

1-38397

Abstract:

Radio Wave Shielding Device

A radio wave sealing or shielding device is disclosed, in which is provided with a main body supplying the radio wave and having an opening portion and to its interior, a door for covering the opening portion of the main body can open and close freely. In the portion where the main body and the door face each other, a recess is provided in at least one of the main body and the door face and at least one of the wall surfaces for disposing the conducting wire embedded in groove is formed from a plurality of periodically continuous wall surface bodies. The pitch of the wall surface bodies is wider than that of the formed groove, and the wire has a tortuous part in the opening portion of the recess.

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成1年(1989)8月14日

H 05 K 8/00
H 05 B 6/76
H 05 K 8/00

A-7039-5E
B-7254-3K
G-7039-5E

発明の数 1 (全11頁)

⑮ 発明の名称 電波シール装置

⑯ 特 願 昭58-4486

⑰ 公 開 昭59-145598

⑱ 出 願 昭58(1983)1月14日

⑲ 昭59(1984)8月21日

⑳ 発 明 者	楠 木 慈	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
㉑ 発 明 者	信 江 等 隆	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
㉒ 発 明 者	柏 本 隆	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
㉓ 出 願 人	松下電器産業株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	
㉔ 代 理 人	弁理士 中尾 敏男	外 1 名	
審 査 官	橋 本 虎 之 助		

1

2

⑳ 特許請求の範囲

1 開口部を有し電波が内部に供給される本体を設け、この本体の前記開口部を開閉自在に覆う扉を設け、前記本体と前記扉とが対向する部分の少なくとも一方に溝を設け、この溝の中に配された導線を形成する少くとも一つの壁面は周期的に連続する複数の壁面体で形成し、この複数の壁面体のピッチは前記溝の幅よりも大きく形成し、前記導線は溝開口部に折曲部を有する電波シール装置。

発明の詳細な説明

産業上の利用分野

この発明は、高周波電波を遮蔽する電波シール装置に関するものである。

従来例の構成とその問題点

従来、この種の電波シール装置として、たとえば高周波により調理物を誘電加熱して調理する電子レンジを例に挙げて説明する。電子レンジは調理物を収納して高周波加熱する加熱庫と、この加熱庫の調理物出入用の開口部を開閉自在に覆う扉とを備えたものであるが、調理物の出入時に扉を開ける際、加熱庫内の高周波電磁波が庫外へ漏洩して人体に弊害を及ぼさないように電波シール対策が施されている。

従来の一例として米国特許第3182164号を第1図に示す。第1図において、1は電子レンジの加熱庫であり、この加熱庫1の開口部2を開閉自在

に覆う取手3を有する扉4が設けられている。この扉4の周縁部には加熱庫1側に向いて開口した隙間部5を有する空洞のチョーク部6が形成されている。このチョーク部6の奥行7は、使用される高周波の波長の実質的に4分の1に設計されている。この場合扉4の厚みも4分の1波長である。すなわち従来電子レンジで使用されている電磁波の周波数は2450MHzであるので、4分の1波長は約30mmとなる。この長さのチョーク部6と対向させるために、加熱庫1の開口部2に形成した周縁部8の厚さ9は4分の1波長より大きい値となる。したがって加熱庫1の開口部2の有効大きさは周縁部8の分だけひとまわり小さい。

次に従来他の一例として、米国特許第2500676号を第2図a, bに示す。この例も電子レンジの構成を示したものであり、マグネトロン10の発振によつて得た高周波を加熱庫11に供給し、調理物12を電磁誘導により加熱調理するものである。この加熱庫11の開口部13にはこの開口部13を開閉自在に覆う扉14が設けられている。この扉14の周縁部にも溝状のチョーク部15が形成され、高周波が外部へ漏洩するのをこのチョーク部15で防いでいる。このチョーク部15の深さ16もやはり使用周波数の4分の1波長で設計されている。このため開口部13の有効大きさは第1図同様、加熱庫11よりもひとまわり小さい。

上述のとおり従来のチヨーク部は4分の1波長の深さとして高周波を減衰させるという技術思想に基づいている。

すなわち、チヨーク部の特性インピーダンスを Z_0 、深さを L とし、終端部を短縮したときにチヨーク部開口部でのインピーダンス Z_N は、

$$Z_N = jZ_0 \tan\left(\frac{2\pi L}{\lambda_0}\right)$$

(λ_0 は自由空間波長)

となる。

チヨーク方式の電波減衰手段は、チヨーク部の深さ L を4分の1波長に選定することにより、

$$|Z_N| = Z_0 \tan\left(-\frac{\pi}{2}\right) = \infty$$

を達成するという原理に基づいている。

もし、チヨーク部内に誘電体(比誘導率 ϵ_r)を充填すると、電波の波長 λ' は、

$$\lambda' = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon_r}$$

に圧縮される。この場合チヨーク部の深さ L' は、

$$L' = L / \sqrt{\epsilon_r}$$

と短くなる。しかしながら $L' = \lambda' / 4$ とすることによりはなくなり、チヨーク方式においては、深さを実質的に4分の1波長よりも小さくすることができず、チヨーク部の小型化に限界のあるものであった。

近年、固体発振器の開発が進み実用化の時代が到来した。電子レンジも例外ではなく、従来のマグネトロン発振器から固体発振器へと移行しつつある。

電子レンジにおいて発振器の固体化による長所は次のとおりである。

- 1 マグネトロンの駆動電圧は約3KVであるのに対し、トランジスタ等による固体発振器の駆動電圧は約400V以下でよく、実際には約40Vが使用されている。よって電源電圧が低いので人体にとつて安全であり、たとえリークしても感電事故が発生しにくいものである。このためアースレス化が可能となり、ポータブル化の展開も図れる。
- 2 マグネトロンの寿命は約5000時間であるのに対し、固体発振器はその約10倍以上であり、長寿命である。
- 3 マグネトロンの発振周波数は固定であるのに対し、固体発振器の発振周波数は可変可能であ

り、たとえば915MHzに対して上下13MHzの範囲で変化させることができる。したがって、負荷(調理物)の大きさに周波数を自動追尾させることにより、共振周波数が変わり高効率動作を得ることができる。実験によれば 2450 ± 50 MHz内で周波数を自動追尾させると、実用負荷効率を固定周波数に比べて約60~80%向上させることができた。

4 固体発振器は大量生産により、将来マグネトロンよりも低価格となり得る。

また現在、高周波調理用として国際的に割り当てられているISM周波数(Industrial, Scientific, Medical)は5880MHz、2450MHz、915MHz、400MHz等であり、これを逸脱して使用しなければならない。現在のマグネトロンは上述のとおり2450MHzで発振させているが、固体発振器で、同一周波数(2450MHz)で発振させると、十分な出力電力が得られずパワー不足となってしまう。そこで所望の出力電力を得るためには必然的により低い周波数を選定しなければならず、たとえば915MHzが適当である。しかしながらこの周波数は従来の周波数に比べて約2.7分の1であるので、波長は逆に約2.7倍となり、4分の1波長は約80mmとなってしまう。したがって電子レンジの周波数として915MHzを選定すると、第1図、第2図で説明したチヨーク部の厚みは約80mmを超えることになり、加熱室の開口部の有効大きさは従来例に比してきわめて小さくなり、実用化はきわめて困難となる不都合を有するものである。

一方、発振周波数を2450MHzから915MHzに変更する長所は次のとおりである。

- 1 波長が長くなったため、調理物の内部まで電波が浸透し、加熱調理時間の速度を速くすることができた。たとえば直径12cmの肉塊の中央部を約50℃にするのに、2450MHz、600Wで50分以上要したのに対し、915MHz、300Wで50分以下しかかからない。
- 2 焼けむらの原因は定在波であり、定在ピッチは波長と相関がある。915MHzを使用した場合は定在波ピッチが大きく、調理物に焼けむらが目立ちにくいものである。

よって、電子レンジの使用周波数を915MHzに変更することの短所は、電波シールド手段が大きくなってしまうことである。

なお、チヨーク部の厚さを小さくする手段の一つとして、チヨーク部に誘電体を充填する構成がある。この構成によればチヨーク部の誘電率が大きくなるので、チヨーク部を4分の1波長よりも小さくでき、しかも4分の1波長のチヨーク部と同等の効果を奏する。しかしながら誘電体が高価であるために電子レンジ全体の価格も高価なものとなつてしまい、また製造上手間とコストがかかり、実用化の妨げとなつていた。

以下、従来例の原理を理論的に説明する。

即ちチヨーク溝の特性インピーダンスを Z_0 、溝の深さ l とし、終端部を短絡したときに、チヨーク溝開口部でのインピーダンス Z_{in} は $Z_{in}=jZ_0 \tan(\frac{2\pi l}{\lambda_0})$ となる。但し λ_0 は自由空間波長、チヨーク方式では溝の深さ l を $\lambda_0/4$ と選ぶことで $|Z_{in}|=Z_0 \cdot \tan(\pi/2)=\infty$ を達成するという原理に基づいている。チヨーク溝内を誘電体(比誘電率 ϵ_r)で充填すると、電波波長 λ' は $\lambda'=\lambda_0/\sqrt{\epsilon_r}$ に圧縮される。この場合、溝の深さ l' は $l'=\frac{\lambda'}{4}$ と短くなる。しかし $l'=\frac{\lambda'}{4}$ とすることに

変りはない。

従つてチヨーク方式においては、チヨーク溝の深さを実質的に4分の1波長よりも小さくできず、小型化に限界がある。

発明の目的

この発明は、発振周波数を低くしても、チヨーク部の大きさが大きくならない電波シール装置を提供するものである。

発明の構成

この発明は、新しいインピーダンス変換原理を用いた電波シールであり、漏波路と溝のそれぞれが特性インピーダンス不連続構成をとることにより、4分の1波長相当の寸法よりも小さい形状としたものである。

実施例の説明

以下第3図、第4図を用いて電波シール装置の特性インピーダンスについて説明する。第3図は平行線路の斜視図であり、線路幅を a 、線路間隙を b 、誘電媒質の比誘電率を ϵ_r としている。

この場合の特性インピーダンス Z_0 は周知の如く

$$Z_0 = \frac{Kb}{a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (K: \text{比例定数}) \text{ となる。}$$

従つて特性インピーダンス Z_0 は、線路幅 a を広くすること、線路間隙 b をせまくすること、比誘電率 ϵ_r を大きくすることで小さな値にできる。第4図にはドアの構成例を示す。この場合、ドア17に設けた x 方向にのびる壁面18、19と幅 a 、ピーチPの導線路群20により溝幅 b なる溝21を構成している。この場合は接地面に相当する壁面に対し、導線路群20が配された電波伝搬系として作用するが、個々の線路に対して特性インピーダンス Z_0 は

$$Z_0 = \frac{K'b}{a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (K': \text{比例定数}) \text{ となり平行線路の場合と殆んど同様の関係が保たれる。}$$

第5図～第8図を用いて本発明の原理説明をする。第5図a, b, cは小型溝を2, 3, n 個にインピーダンス変化させた例を示している。特性インピーダンス Z_{i0} の区間が長さ l_1 であり、インピーダンス変化点から溝終端側をみたインピーダンスが Z_i で、溝開口部から、溝終端側をみたインピーダンスが Z_{in} となる。

具体的には溝を2分割した第5図aの場合 $Z_2=jZ_{i0}\tan\beta l_2=jX_2$

$$\text{以下 } \beta \text{ は } \beta = \frac{2\pi}{\lambda_0}$$

$$Z_{in2}=Z_{i0} \frac{Z_2+jZ_{i0}\tan\beta l_1}{Z_{i0}+jZ_2\tan\beta l_1}$$

但し ($Z_{i0} < Z_{20}$)

第5図bの場合

$$Z_3=jZ_{i0}\tan\beta l_3$$

$$Z_e=Z_{i0} \frac{Z_3+jZ_{i0}\tan\beta l_2}{Z_{i0}+jZ_3\tan\beta l_2}=jX_3$$

$$Z_{in3}=Z_{i0} \frac{Z_3+jZ_{i0}\tan\beta l_1}{Z_{i0}+jZ_3\tan\beta l_1}$$

但し ($Z_{i0} < Z_{e0} < Z_{30}$)

第5図cの場合

$$Z_n=jZ_{i0}\tan\beta l_n$$

$$Z_{n-1}=Z_{i0} \frac{Z_n+jZ_{i0}\tan\beta l_{n-1}}{Z_{i0}+jZ_n\tan\beta l_{n-1}}$$

但し ($Z_{i0} < Z_{20} \cdots < Z_{n0}$)

7

$$Z_2 = Z_{20} \frac{Z_2 + jZ_{20} \tan \beta l_2}{Z_{20} + jZ_2 \tan \beta l_2} = jX_n$$

$$Z_{in} = Z_{10} \frac{Z_2 + jZ_{10} \tan \beta l_1}{Z_{10} + jZ_2 \tan \beta l_1}$$

となる。

従って小型溝開孔からみたインピーダンスは n 個の不連続特性インピーダンスの場合に

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_2 + jZ_{10} \tan \beta l_1}{Z_{10} + jZ_2 \tan \beta l_1}$$

$$= jZ_{10} \frac{X_n + Z_{10} \tan \beta l_1}{Z_{10} - X_n \tan \beta l_1}$$

となる。上式は Z_{10} と $X_n \tan \beta l_1$ が等しくなれば、 $|Z_{in}| = \infty$ にできることを意味する。即ち $Z_{10} = X_n \tan \beta l_1$ が溝開孔部でのインピーダンスを大きくする要件になることがわかる。

$$\lambda_0 = 122.4 \text{ mm} \quad (f = 2450 \text{ MHz}) \quad \frac{\lambda_0}{4} = 30.8 \text{ mm} \text{ の例}$$

で第5図aの2個不連続、第5図bの3個不連続の場合について $Z_{10} = X_n \tan \beta l_1$ の条件を満たす l_1 、 l_2 (l_2)、 l_{total} の組合せを開孔部特性インピーダンス Z_{10} と終端部特性インピーダンス Z_{20} または Z_{30} の比を1対2として計算すると次の如くなる。

$$2 \text{ 分割の場合 } (Z_{20}/Z_{10} = 2) \quad (\text{単位 mm})$$

$$l_{total} = l_1 + l_2$$

l_{total}	l_1 (又は l_2)	l_2 (又は l_1)
25	7	18
25	6	19
25	5	20
24	12	12
24	11	13
24	10	14
24	9	15
24	8	16
24	7	17
23	12	11

8

$$3 \text{ 分割の場合 } (Z_{30}/Z_{10} = 2, \\ Z_{20}/Z_{10} = 1.5)$$

(単位 mm)

l_{total}	l_1	l_2	l_3
26	8	10	8
26	7	10	9
26	6	10	10
25	9	10	6
25	10	9	6
25	8	10	7
25	9	10	7
25	9	8	8
25	10	7	8
25	6	16	9
25	8	8	9
25	9	7	9
25	10	6	9
25	7	8	10
25	9	5	10
24	10	7	7
24	10	4	10

この結果は次のことを意味する。①特性インピーダンスを $Z_{10} < Z_{20}$ 又は $Z_{10} < Z_{20} < Z_{30}$ とすることにより溝の深さ l (total) が4分の1波長よりも小さくできる。②溝の深さの寸法圧縮率は開孔部特性インピーダンス Z_{10} と終端部特性インピーダンス Z_{20} によりほとんど決まり、特性インピーダンスの変化数 n にはほとんど左右されない。

上記説明は $Z_{20}/Z_{10} = Z_{30}/Z_{10} = 2$ の場合であるが第6図には2分割の場合に寸法 l_1 と l_2 の比を1~5まで変化させたときの特性インピーダンス比と、チヨーク溝深さに対し小型溝深さが寸法圧縮された圧縮比の関係を示している。特性インピーダンスの選定を工夫すればチヨーク溝の十分の一以下にもできることをこのグラフは示す。

第7図には寸法 l_1 を12mmとしたとき、寸法 l_2 をパラメータに開孔部特性インピーダンス絶対値を

ブロットしたもので、寸法 l_2 が24mmと25mmのところでは極大値をとることを示している。

第9図には電波漏洩実測値を示す。この結果も l_2 寸法が23.5mmと24.5mmの間で最小値を示しておりこれは次のことを意味するものである。

- ① 小型溝の開孔部インピーダンスの絶対値を大きくすることが電波漏洩量を少なくする。
- ② 小型溝の開孔部インピーダンスを大きくする溝の深さ寸法(l_1 、 l_2)は計算値と実測値が精度よく合致すること
- ③ チョーク溝の深さにくらべて確実に小型化ができることである。

第9図の実施例の具体構成を示す。本発明は小型溝を構成する壁面群のうち少なくとも1つの壁面が導線幅をピッチよりも小さくしたものである。各線路群の開孔部導線幅 a_1 が短絡終端部のそれ a_2 よりも大きくする構成をとる。壁面群22、23、24により小型溝25は構成される。特に壁面24は開孔部の導線幅 a_1 が短絡部導線幅 a_2 よりも大きい線路群からなる点に特徴を有する。

第10図a、bには本発明の実施例の構成を示している。26は外溝、27は外溝壁面、28は本体であり、特に壁面24を構成する各導線の先端折り曲げ部29を有する特徴がある。電子レンジ(2450MHz)の漏波量 P_L (mM/cd)のデータを溝の深さ l_T をパラメータに先端折り曲げ部29があるときと、ないときの比較で、第14図に示した。この第14図に示す如く先端折り曲げ部29を有する方が($l_T=21$ mm)折り曲げ部のない場合($l_T=25$ mm)にくらべて溝深さの短縮化がはかれる。

本発明は電波シールの分野で歴史的に用いられていた $\lambda/4$ 線路ではなく、 $\lambda/4$ 未満線路でインピーダンス反転を実施するものである。この原理を、理解しやすくするために、解析結果の一部を第9図に示す。第9図は、A端を励振源としD端を開放した伝送路の1部に、先端Cが短絡された開孔Bを有する溝を設けている。溝は開孔側より短絡側の溝幅を2倍にしている。A点を同一条件で励振し、溝の深さ l_T を変化させたとき、伝送路内の電界は、a、b、cのように変化し、D端に電波がとどかないのはbの場合、すなわち溝の深さ l_T が、4分の1波長の約80%のとき($\lambda/4$ 未満線路)であり、それよりも長くても短くても

も(a、cの場合)、bにくらべて電波がよく洩れる。

実際の応用にあたっては、溝カバーのスペースTOP1や折り曲げ補強スペースIX1を設けることが少なくない。これらは原理説明をした場合に比べ電波の乱れが発生し計算寸法から多少ずれるものである。ずれの内容を以下に示す。

TOP1の寸法を2mmにした場合とIX1を5~6mmにした場合の例を示す。

- 10 第10図は915MHzのシール装置検討例でTOP1の寸法で溝の深さ l_T が変化する関係を示す。TOP1の寸法を1~3mmにすると l_T は1~6mm深くなる。

- 15 第11図は、2450MHzのシール装置の検討例でTOP1=2mmと固定し補強スペースIX1で溝の深さ l_T が変化する関係を示す。スペースIX1を2~6mmにすることで溝の深さ l_T は1~3mm深くなる。

- 20 第13図に示す各部寸法は2450MHzの電子レンジに適用する場合の寸法例である。なお第13図において30は加熱室、31は扉、32は溝開孔部、33は短絡終端部を表わす。

$$l_1=10\text{mm}, l_2=6\text{mm}, t=0.8\text{mm}, l_3=$$

$$15\text{mm}, l_4=1.5\text{mm}, l_5=4.5\text{mm}, l_6=15\text{mm}$$

$$l_7=10\text{mm}, l_8=5\text{mm}, l_9=10\text{mm}, l_{10}=25\text{mm}$$

(Pに相当) (a_1 に相当) (a_2 に相当)

$$\parallel$$

$$l_{10}$$

$$\parallel$$

$$l_1$$

$$\parallel$$

$$l_8$$

- 30 発明の効果

- (1) 本質的に小型溝の深さを4分の1波長より小さくできる。
- (2) 先端折り曲げ部を設けることで一層の溝寸法短縮化がはかれる。
- 35 (3) 小型溝を構成する壁面のうち少なくとも1つの壁面は線路群からなるので、x方向の電波伝搬成分を少なくでき電波シール性能の向上がはかれる。
- (4) 導線幅を変化させるという簡単な構成で電波シールの小型化がはかれる。
- 40 (5) 外溝により第2の小型溝として動作しシール性能の一層の向上がはかれる。

図面の簡単な説明

第1図、第2図a、bはそれぞれ従来例の電波

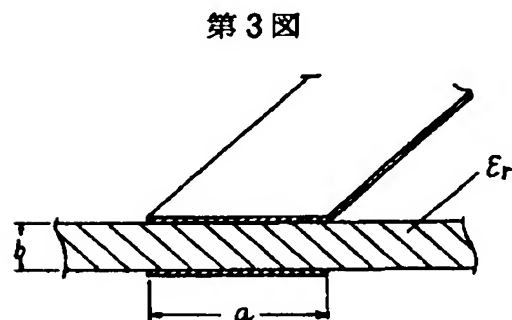
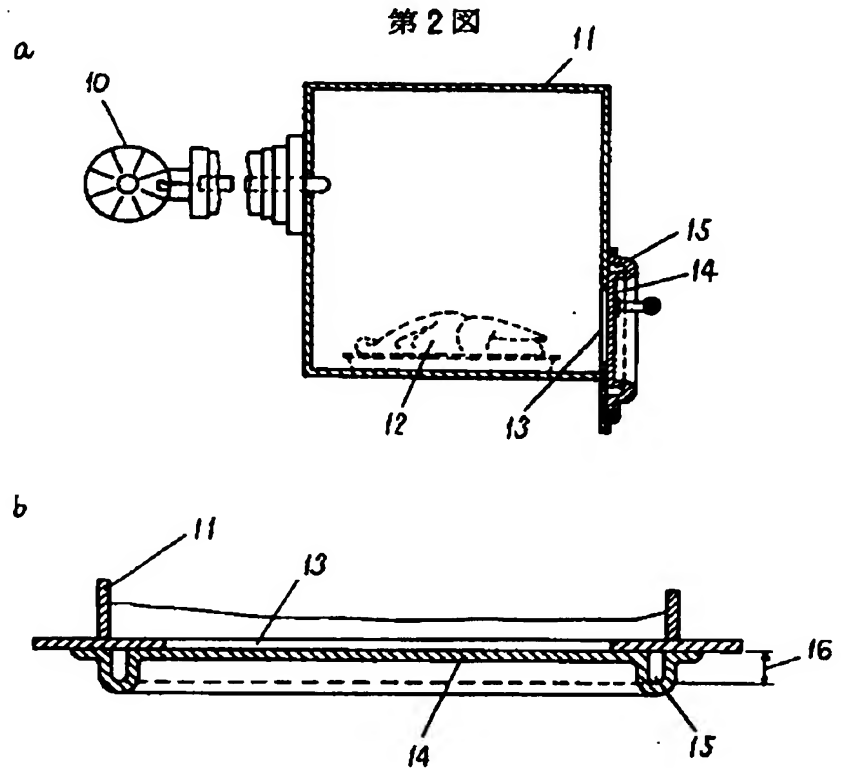
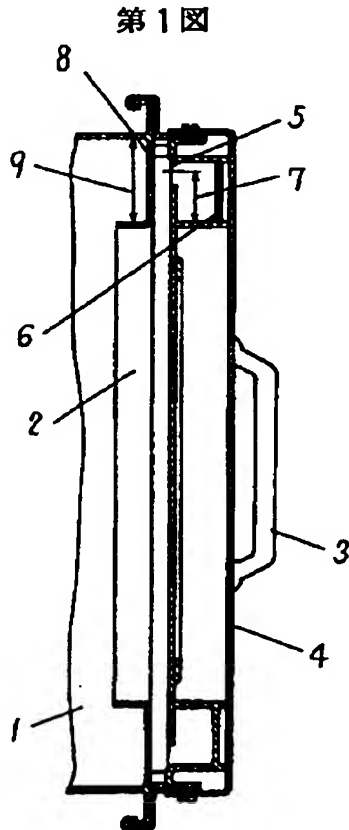
11

12

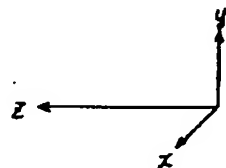
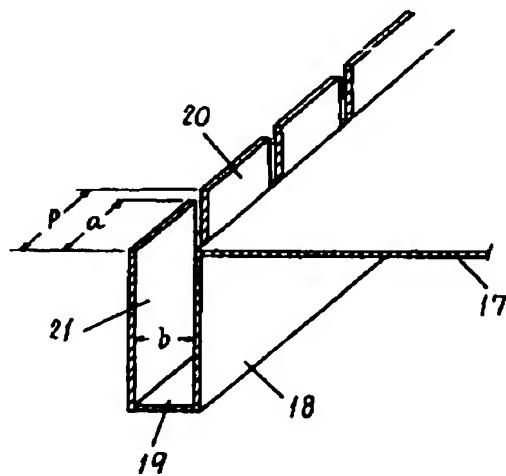
シール装置の断面図、第3図は平行線路の断面斜視図、第4図は変形平行線路の断面斜視図、第5図a、b、cは本発明の電波シール装置の原理を説明する図、第6図、第7図、第8図は本発明の装置の特性図、第9図a、b、cは本発明における溝部の電界解析図、第10図a、b、cは915MHzにおける装置の断面図、側面図、特性図、第11図a、b、cは2450MHzにおける装置の断

面図、側面図、特性図、第12図は本発明の一実施例の電波シール装置の斜視図、第13図a、bは同装置の断面図および斜視図、第14図は同装置の特性図である。

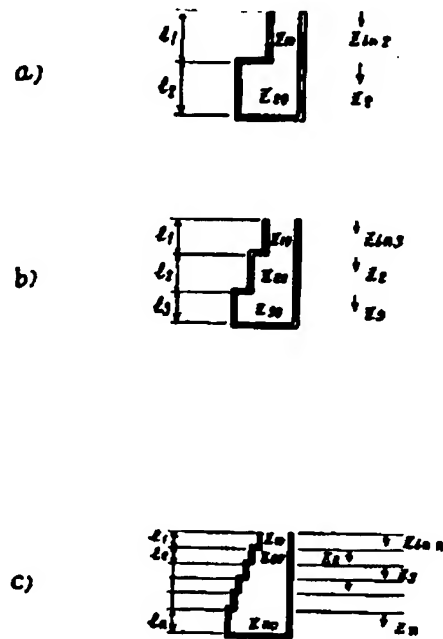
22, 23, 24……溝壁、25……溝、26……外溝、27……外溝壁面、28……本体、29……先端折り曲げ部。



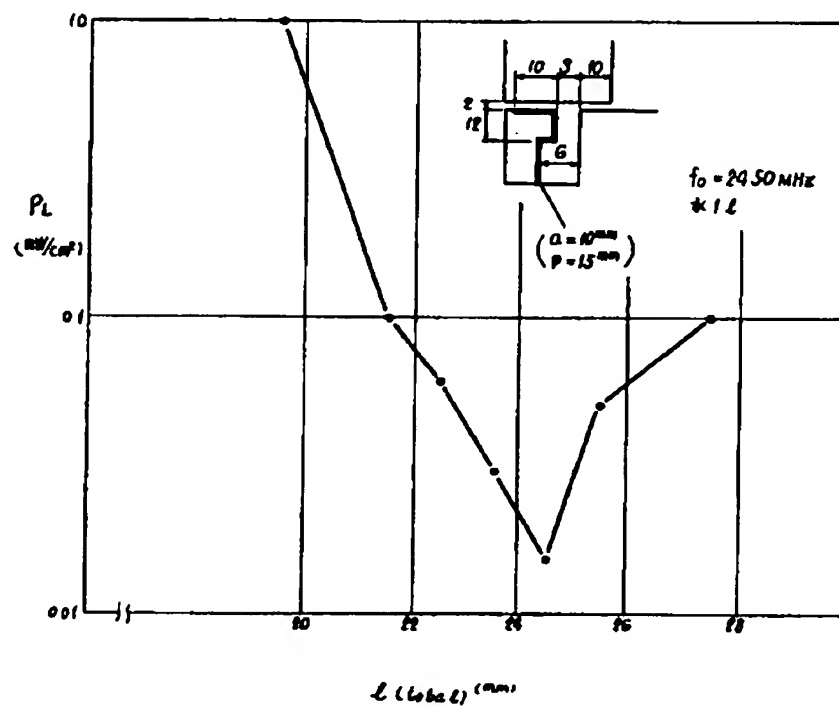
第 4 图



第 5 图

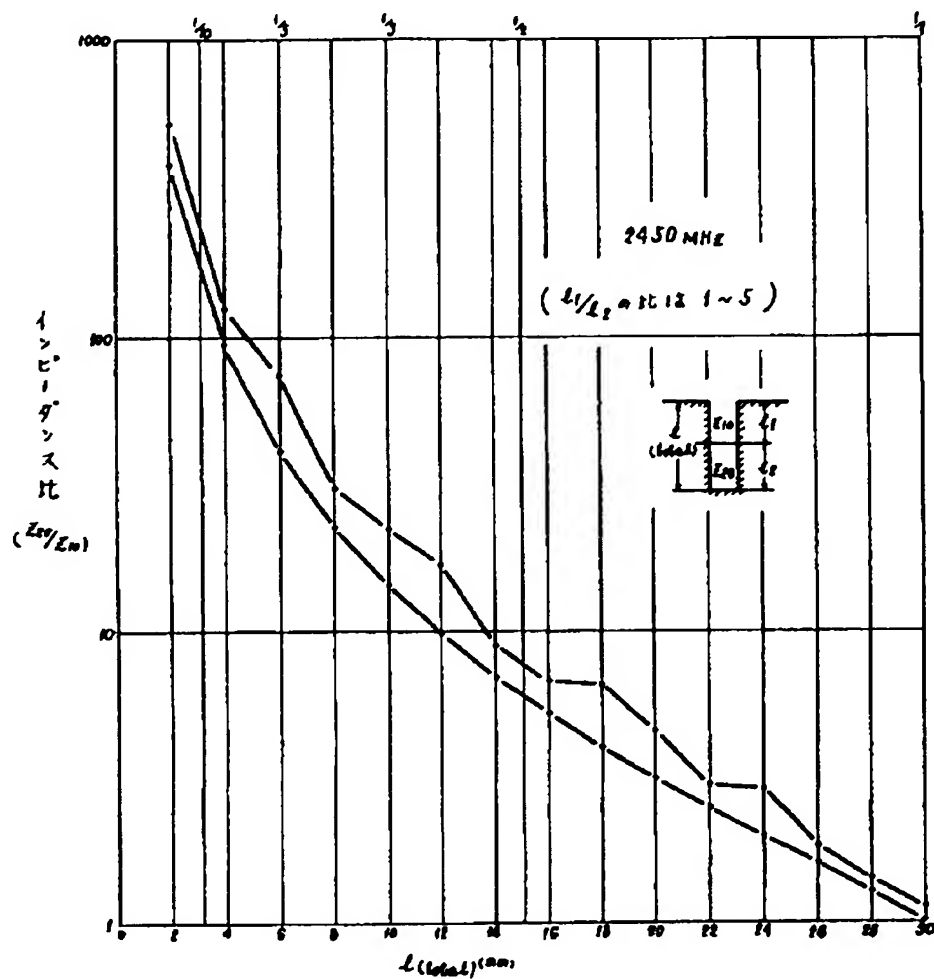


第 8 图

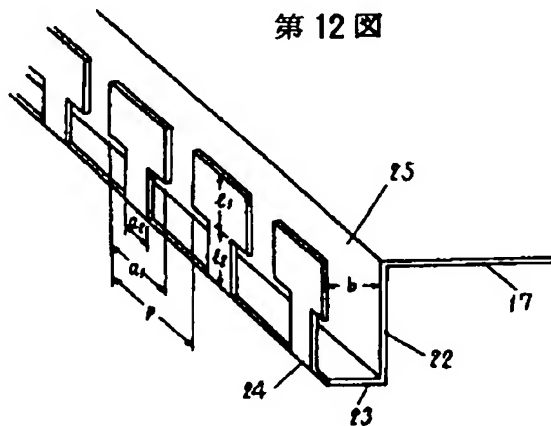


第 6 図

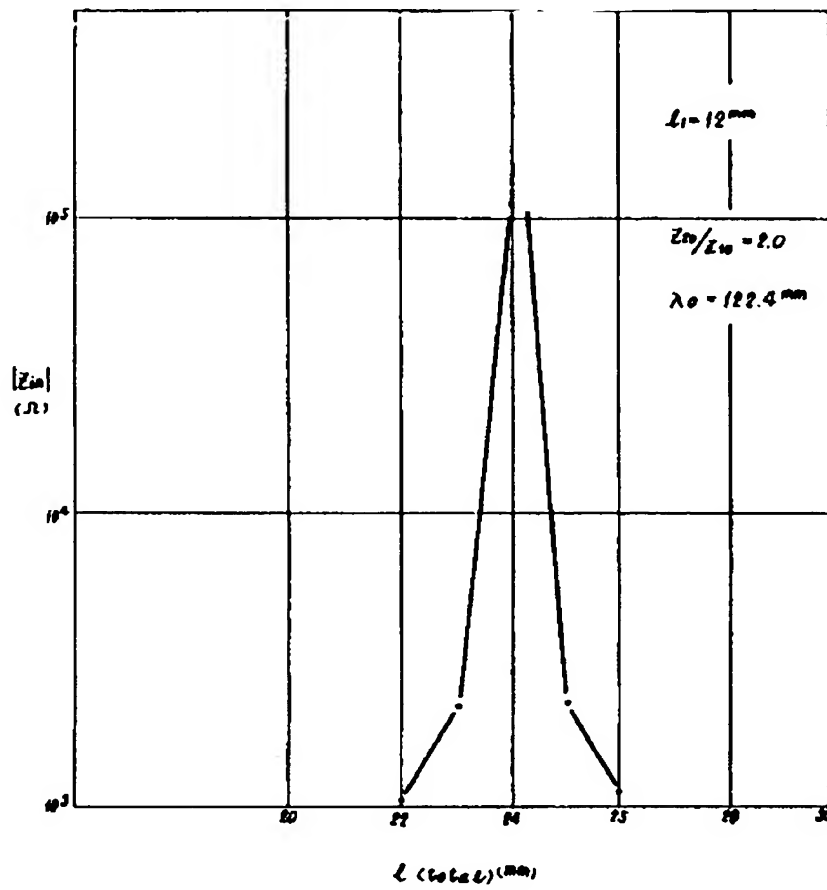
寸法圧縮比



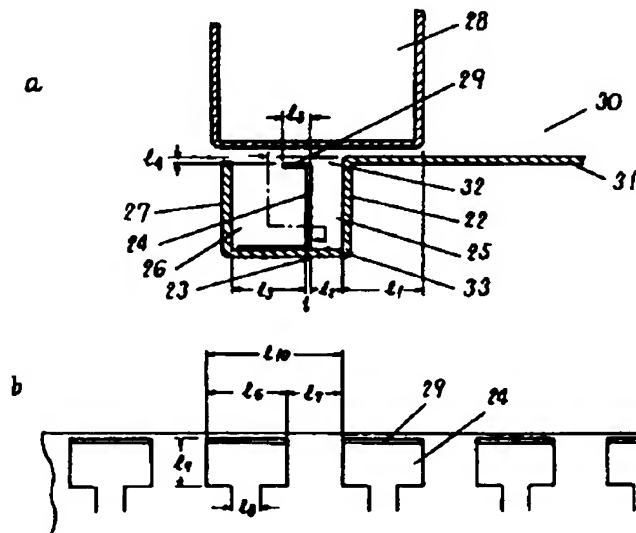
第 12 図



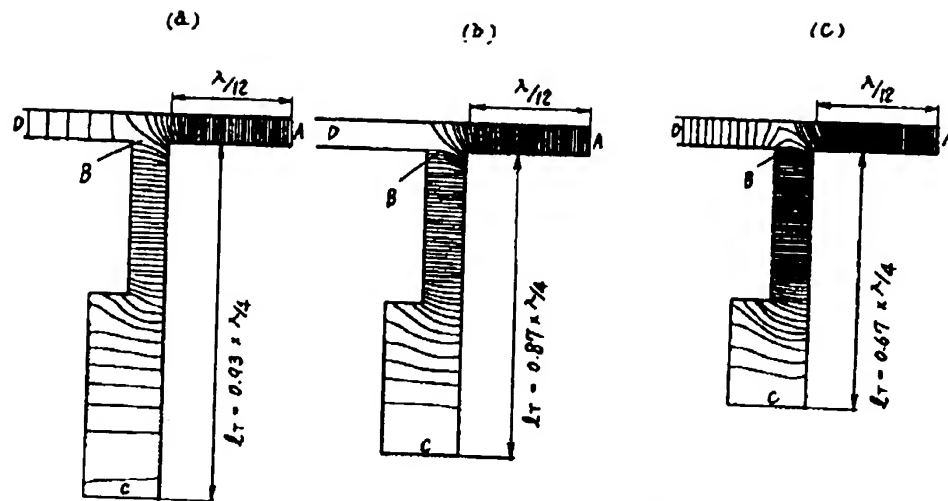
第 7 図



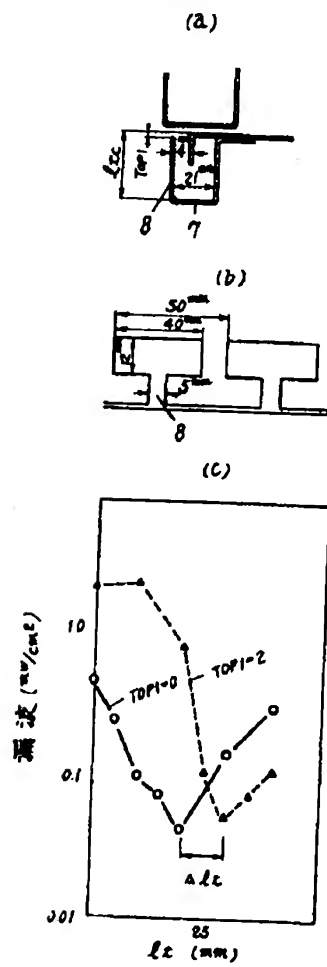
第 13 図



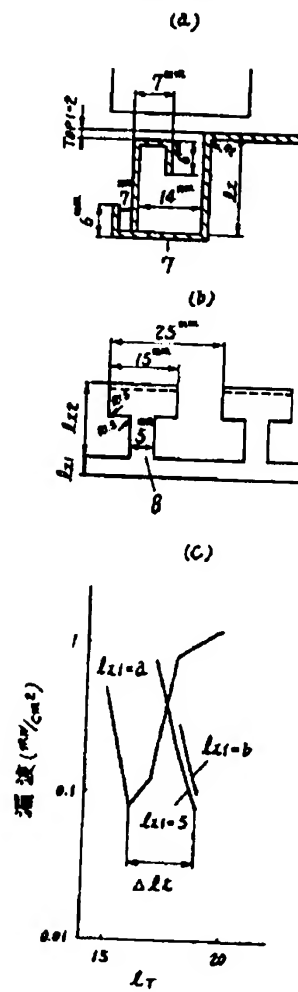
第 9 图



第 10 图



第 11 图



第 14 図

